

TRANSFER METHOD FOR ELEMENT, METHOD FOR MANUFACTURING ELEMENT INTEGRATED CIRCUIT, CIRCUIT BOARD, ELECTROOPTIC DEVICE, IC CARD AND ELECTRONIC APPARATUS

Publication number: JP2003142666

Publication date: 2003-05-16

Inventor: UTSUNOMIYA SUMIO

Applicant: SEIKO EPSON CORP

Classification:

- International: G02F1/1368; H01L21/336; H01L21/762; H01L21/8238; H01L21/8242; H01L21/8244; H01L27/08; H01L27/092; H01L27/108; H01L27/11; H01L27/12; H01L29/786; G02F1/13; H01L21/02; H01L21/70; H01L27/08; H01L27/085; H01L27/108; H01L27/11; H01L27/12; H01L29/66; (IPC1-7): H01L27/12; G02F1/1368; H01L21/336; H01L21/762; H01L21/8238; H01L21/8242; H01L21/8244; H01L27/08; H01L27/092; H01L27/108; H01L27/11; H01L29/786

- european:

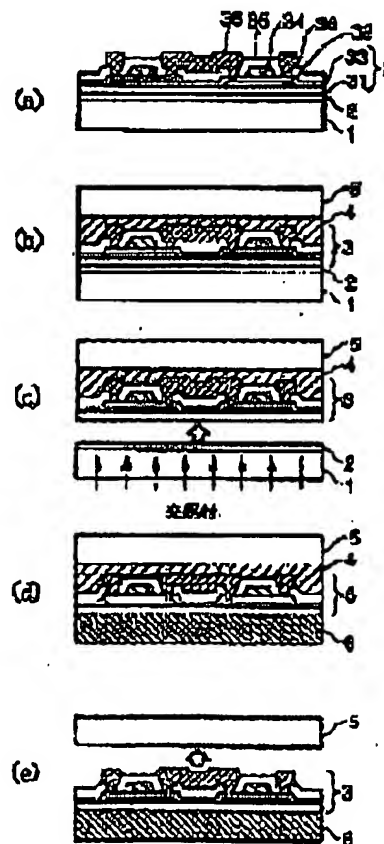
Application number: JP20020214283 20020723

Priority number(s): JP20020214283 20020723; JP20010223434 20010724

Report a data error here

Abstract of JP2003142666

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for manufacturing a semiconductor device wherein a substrate excellent in flexibility and resistance to shock can be formed on a semiconductor element directly by using exfoliating transfer technique, and a semiconductor device wherein an adhering layer is not contained in a semiconductor device to be manufactured. **SOLUTION:** An isolation layer (2) is formed on an element forming substrate (1), an element forming layer (3) containing an electric element is formed on the isolation layer, the element forming layer is bonded to a temporary transfer substrate (5) via a dissolvable bonding layer (4), and the element forming layer is isolated from the element forming substrate by weakening bonding force of the isolation layer. The element forming layer is moved to a temporary transfer substrate (5) side, hardening resin (6) is spread on the element forming layer (3) moved to the temporary transfer substrate (5) side, a transfer substrate (6) is formed by curing the curing resin, and the temporary transfer substrate (5) is isolated from the transfer substrate (6) by dissolving the bonding layer (4). As a result, a structure wherein the transfer substrate is formed directly on the element forming layer (3) is obtained.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-142666

(P 2003-142666A)

(43) 公開日 平成15年5月16日(2003.5.16)

(51) Int. Cl.	識別記号	F I	7-コード (参考)
H01L 27/12		H01L 27/12	B 2H092
G02F 1/1368		G02F 1/1368	5F032
H01L 21/336		H01L 27/08	331 E 5F048
21/762		29/78	627 D 5F083
21/8238			613 A 5F110

審査請求 未請求 請求項の数15 OL (全16頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-214283(P 2002-214283)

(22) 出願日 平成14年7月23日(2002.7.23)

(31) 優先権主張番号 特願2001-223434(P 2001-223434)

(32) 優先日 平成13年7月24日(2001.7.24)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 宇都宮 純夫
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100079108
弁理士 稲葉 良幸 (外2名)

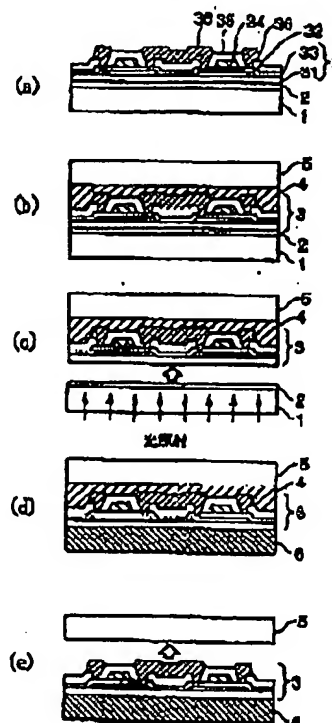
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 素子の転写方法、素子の製造方法、集積回路、回路基板、電気光学装置、ICカード、及び電子機器

(57) 【要約】

【課題】 剥離転写技術を用いて、可撓性、耐衝撃性に優れた基板を半導体素子上に直接形成可能な半導体装置の製造方法を提供する。製造される半導体装置に接着層を含まないようにした半導体装置を提供する。

【解決手段】 素子形成基板(1)上に分離層(2)を形成し、分離層上に電気素子を含む素子形成層(3)を形成し、素子形成層を溶解可能な接合層(4)を介して仮転写基板(5)に接合し、分離層の結合力を弱めて素子形成基板から素子形成層を分離し、これを仮転写基板(5)側に移動し、仮転写基板(5)に移動された素子形成層(3)上に硬化性樹脂(6)を塗布し、これを硬化して転写基板(6)を形成し、接合層(4)を溶解して転写基板(6)から仮転写基板(5)を分離する。それにより、素子形成層(3)上に直接転写基板を形成する構造が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】素子を形成するための素子形成基板上に、一定条件を付与されると結合力が弱まる分離層を形成する工程と、

前記分離層上に素子を含む素子形成層を形成する工程と、

前記素子形成層を溶解可能な接合層を介して仮転写基板に接合する工程と、

前記分離層の結合力を弱めて前記素子形成基板から前記素子形成層を分離し、これを前記仮転写基板側に移動する工程と、

前記仮転写基板に移動された前記素子形成層上に樹脂を塗布し、これを硬化して転写基板を形成する工程と、

前記接合層を溶解して前記転写基板から前記仮転写基板を分離する工程と、

を含む、素子の転写方法。

【請求項2】素子を形成するための素子形成基板上に、一定条件を付与されると結合力が弱まる分離層を形成する工程と、

前記分離層上に素子を含む素子形成層を形成する工程と、

前記素子形成層上に樹脂を塗布し、これを硬化して転写基板を形成する工程と、

前記分離層の結合力を弱めて前記素子形成層から前記素子形成基板を剥離し、前記素子形成層を前記転写基板側に移動する工程と、

を含む、素子の転写方法。

【請求項3】更に、前記素子形成層にコンタクトホールを開口して配線層または電極層を形成する工程と、を含む請求項1または2に記載の素子の転写方法。

【請求項4】前記分離層は、光の照射によって原子間または分子間の結合力が消失または減少する材料で構成されている、請求項1または2に記載の素子の転写方法。

【請求項5】前記分離層は多層膜からなる、請求項1または2に記載の素子の転写方法。

【請求項6】前記分離層は、アモルファスシリコン、窒化シリコン、及び金属からなる群から選ばれる1以上の材料により構成されている、請求項1または2に記載の素子の転写方法。

【請求項7】前記分離層は水素を含む、請求項1または2に記載の素子の転写方法。

【請求項8】前記接合層は、液体溶解性接着剤である、請求項1に記載の素子の転写方法。

【請求項9】請求項1または2に記載の素子の転写方法の各工程を含んでいる、素子の製造方法。

【請求項10】請求項1または2に記載の素子の転写方法によって製造される集積回路。

【請求項11】請求項1または2に記載の素子の転写方法によって製造される回路基板。

【請求項12】請求項1または2に記載の素子の転写方

法によって製造される、二次元に配置された複数の図素電極に素子を配置して構成される回路基板。

【請求項13】請求項12に記載の前記回路基板を使用した電気光学装置。

【請求項14】請求項1または2に記載の素子の転写方法によって製造される電子機器。

【請求項15】請求項1または2に記載の素子の転写方法によって製造されるICカード。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、薄膜素子の基板間転写技術を使用した半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示器(LCD)パネル、エレクトロルミネッセンス(EL)表示器のような半導体応用装置では、変形や落下による壊れ防止、コスト引き下げ等の理由などにより下地基板にプラスチック基板を使用することが望ましい場合がある。

【0003】しかし、パネル型の表示器に使用される薄膜トランジスタの製造では高温プロセスを使用するが、プラスチック基板や、EL素子等の回路素子には高温に耐えられないものがある。

【0004】そこで、出願人は高温プロセスを含む従来の半導体製造技術によって半導体装置を耐熱の基礎基板上に製造した後、該基板から半導体装置が形成されている素子形成膜(層)を剥離し、これをプラスチック基板に貼り付けることによって半導体応用装置を製造する転写技術を提案している。例えば、特開平10-125929号、特開平10-125930号、特開平10-125931号に「剥離方法」等として詳細に説明されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記剥離技術を使用し製造した半導体装置は、薄膜トランジスタ等の素子形成層、接着剤が塗布された接着層、プラスチック基板という構成を含むが、上記接着剤の膜厚が10~100μm、基板の厚さが50~500μm程度にもなり、半導体装置全体の厚みが比較的に大となる。また、上記接着剤は、素子形成層と基板の両方を良好に接着(あるいは接合)できるものでなければならない。また、上記接着剤を含む各層間の熱膨張率に相違があると、反りやクラックの原因となって半導体応用装置の耐熱性(信頼性)を低下させることが考えられる。

【0006】よって、本発明は、耐熱基板から電気素子の形成層を剥離して他の基板に転写する技術を用いて製造される半導体装置に、接着層を含まないようにした半導体装置を提供することを目的とする。

【0007】また、本発明は、剥離転写技術を使用する製造プロセスによって製造される半導体装置をより薄い半導体装置とすることを目的とする。

【0008】また、本発明は、剥離転写技術を使用する製造プロセスによって製造される半導体装置を、より耐熱性の高い半導体装置とすることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明の素子の第1の転写方法は、素子を形成するための素子形成基板上に、一定条件を付与されると結合力が弱まる分離層を形成する工程と、上記分離層上に素子を含む素子形成層を形成する工程と、上記素子形成層を溶解可能な接合層を介して仮転写基板に接合する工程と、
10 上記分離層の結合力を弱めて上記素子形成基板から上記素子形成層を分離し、これを上記仮転写基板側に移動する工程と、上記仮転写基板に移動された上記素子形成層上に樹脂を塗布し、これを硬化して転写基板を形成する工程と、上記接合層を溶解して上記転写基板から上記仮転写基板を分離する工程と、を含む。

【0010】かかる構成とすることによって、転写基板と素子形成基板とが接合し、両者間に接着層を含まないので、半導体装置の厚さを薄く形成することが可能となる。また、従来の素子形成層（薄膜トランジスタ等）、
20 接着層（接着剤）、転写基板（プラスチック基板）という三層構造が二層構造（素子形成層、転写基板）となるので、各層の熱膨張率を合わせ易く、反りやクラックを減らすことが可能となる。

【0011】また、本発明の素子の第2の転写方法は、素子を形成するための素子形成基板上に、一定条件を付与されると結合力が弱まる分離層を形成する工程と、
30 上記分離層上に素子を含む素子形成層を形成する工程と、上記素子形成層上に樹脂を塗布し、これを硬化して転写基板を形成する工程と、上記分離層の結合力を弱めて上記素子形成層から上記素子形成基板を剥離し、上記素子形成層を上記転写基板側に移動する工程と、を含む。

【0012】かかる構成とすることによっても、転写基板と素子形成基板とが接合し、両者間に接着層を含まないので、半導体装置の厚さを薄く形成することが可能となる。この場合、より少ない工程で素子形成層を転写することが可能となる。

【0013】本発明では、更に、上記素子形成層にコンタクトホールを開口して配線層または電極層を形成する工程と、を含むことにより、反転された素子形成層に素子及び配線・電極などを含めることが可能である。
40

【0014】なお、本発明において、「素子」とは、TFT、ダイオード、抵抗、インダクタ、キャパシタ、その他能動素子・受動素子を問わない単体の素子を含み、その構成や、形状、大きさに限定はない。

【0015】また本発明において「分離層」とは、好ましくは、上記分離層は、レーザ光線などの光の照射によって原子間または分子間の結合力が消失または減少し、剥離（アブレーション）を生ずる剥離層であり、このような剥離を生ずる材料で構成されている。
50

【0016】好ましくは、上記分離層はアモルファスシリコン、窒化シリコン、及び金属からなる群から選ばれた1以上の材料であって、これらの組み合わせである多層膜であってもよい。それにより、分離層内での剥離、分離層と隣接する層との境界での剥離を生じやすくする。例えば、窒化シリコンは窒素を含み、光線が照射されると窒素が分離して分子同士の結合力が弱くなる。

【0017】好ましくは、上記分離層はまたは水素を含む。それにより、光線が照射されると水素が分離（ガス化）して、分子同士の結合力が弱くなる。

【0018】好ましくは、上記接合層は液体溶解接着剤、例えば、水溶性接着剤であり、水洗によって溶出する。

【0019】本発明は、前記素子の転写方法の各工程を含んでいる素子の製造方法でもある。さらに当該転写方法によって製造される集積回路でもある。

【0020】ここで、本発明において「集積回路」とは、一定の機能を奏するように素子その他の配線が集積された回路をいう。「集積回路」は、例えばイオン打ち込みや拡散、フォトリソ等の化学的手法により複数の能動素子（薄膜トランジスタ等）や受動素子（抵抗、キャパシタ等）を同一の基板（本発明では最終的に転写基板となる）に形成した回路をいい、集積度によって小規模集積回路（NAND回路やNOR回路等）、中規模集積回路（カウンタやレジスタ回路等）、大規模集積回路（メモリ、マイクロプロセッサ、DSP等）に分類できるものである。

【0021】また本発明は、前記素子の転写方法によって製造される回路基板でもある。例えば、前記転写方法によって製造される、素子を二次元に配置された複数の画素電極に配置して構成される回路基板、例えばアクティブマトリクス基板でもある。

【0022】また本発明は、前記回路基板を備える電気光学装置でもある。

【0023】ここで、「電気光学装置」とは、電気的作用によって発光するあるいは外部からの光の状態を変化させる電気光学素子を備えた装置一般をいい、自ら光を発するものと外部からの光の通過を制御するもの双方を含む。例えば、電気光学素子として、液晶素子、電気泳動素子、EL（エレクトロルミネッセンス）素子、電界の印加により発生した電子を発光板に当てて発光させる電子放出素子を備えたアクティブマトリクス型の表示装置等をいう。もっとも、これ等の装置に限定されるものではない。

【0024】また本発明は、前記素子の転写方法によって製造される電子機器でもある。

【0025】ここで、「電子機器」とは、複数の素子または回路の組み合わせにより一定の機能を奏する機器一般をいい、例えば電気光学装置やメモリを備えて構成される。その構成に特に限定が無いが、例えば、ICカー

ド、携帯電話、ビデオカメラ、パーソナルコンピュータ、ヘッドマウントディスプレイ、リア型またはフロント型のプロジェクター、さらに表示機能付きファックス装置、デジタルカメラのファインダ、携帯型TV、DSP装置、PDA、電子手帳、電光掲示板、宣伝公啓用ディスプレイ等が含まれる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態について図面を参照して説明する。

（第1の実施の形態）本発明の第1の実施の形態は、素子形成層を溶解可能な接合層を介して仮転写基板上に接合し、仮転写基板上に移動された素子形成層に樹脂を塗布して転写基板を形成し、接合した接合層を溶解して転写基板から仮転写基板を分離する、第1の素子の転写方法に関する。すなわち、転写後に最終基板となる転写基板を形成してから一次的に転写していた基板等を除去する方法に関するものである。

【0027】図1(a)乃至図(e)は、本発明の第1の実施の形態に係る素子の製造過程（工程）を示している。

【0028】まず、図1(a)に示すように、例えば、1000℃程度に耐える石英ガラスなどの透光性耐熱基板1を素子形成基板とする。

【0029】ここで素子形成基板1は、光が透過し得る透光性を有するものであるのが好ましい。これにより当該基板を介して剥離層に光を照射することができ、剥離層を光照射によって迅速かつ正確に剥離させることができる。この場合、光の透過率は10%以上であるのが好ましく、50%以上であるのがより好ましい。この透過率が高い程光の減衰（ロス）がより少なくなり、剥離層2を剥離するのにより小さな光量で済むからである。

【0030】また、当該基板1は、信頼性の高い材料で構成されているのが好ましく、特に、耐熱性に優れた材料で構成されているのが好ましい。その理由は、例えば後述する素子形成層や中間層を形成する際に、その種類や形成方法によってはプロセス温度が高くなる（例えば350～1000℃程度）ことがあるが、その場合でも、素子形成基板1が耐熱性に優れていれば、当該基板1上への素子形成層等の形成に際し、その温度条件等の成膜条件の設定の幅が広がるからである。これにより素子形成基板上に多数の素子や回路を製造する際、所望の高温処理が可能となり、信頼性が高く高性能の素子や回路を製造することができる。

【0031】従って、素子形成基板1は、素子形成層2の形成の際の最高温度を T_{max} としたとき、歪点が T_{max} 以上の材料で構成されているものが好ましい。具体的には、素子形成基板1の構成材料は、歪点が350℃以上のものが好ましく、500℃以上のものがより好ましい。このようなものとしては、例えば、石英ガラス、コーニング7059、日本電気ガラスOA-2等の耐熱性

ガラスが挙げられる。

【0032】また、素子形成基板1の厚さは、特に限定されないが、通常は、0.1～5.0mm程度であるのが好ましく、0.5～1.5mm程度であるのがより好ましい。当該基板1の厚さがより厚ければより強度が上昇し、より薄ければ当該基板1の透過率が低い場合に、光の減衰をより生じにくくなるからである。なお、素子形成基板1の光の透過率が高い場合には、その厚さは、前記上限値を超えるものであってもよい。

【0033】なお、光を均一に照射できるように、素子形成基板1の厚さは、均一であるのが好ましい。

【0034】このように素子形成基板には数々の条件があるが、繰り返し利用することが可能であるため、比較的高価な材料を用いても繰り返し使用によって製造コストの上昇を少なくすることが可能である。

【0035】すなわち、素子形成基板は最終製品の一部となるものではないため、最終製品における強度や厚み、重量、コストの制限を受けることなく、素子形成に適したものを選択することができるのである。

【0036】剥離層2は、レーザ光等の照射光により当該層内や界面において剥離（「層内剥離」または「界面剥離」ともいう）を生ずるような材料を選択する。すなわち、一定の強度の光を照射することにより、構成物質を構成する原子または分子における原子間または分子間の結合力が消失または減少し、アブレーション(ablation)等を生じ、剥離を起こすものである。また、照射光の照射により、剥離層2から気体が放出され、分離に至る場合もある。剥離層2に含有されていた成分が気体となって放出され分離に至る場合と、剥離層2が光を吸収して気体になり、その蒸気が放出されて分離に至る場合とがある。

【0037】このような剥離層2の組成としては、例えば、次のA～Eに記載されるものが挙げられる。

A. アモルファスシリコン(a-Si)

このアモルファスシリコン中には、水素(H)が含有されていてもよい。この場合、Hの含有量は、2原子%以上程度であるのが好ましく、2～20原子%程度であるのがより好ましい。このように、水素(H)が所定量含有されていると、光の照射によって水素が放出され、剥離層2に内圧が発生し、それが上下の薄膜を剥離する力となる。アモルファスシリコン中の水素(H)の含有量は、成膜条件、例えばCVDにおけるガス組成、ガス圧、ガス雰囲気、ガス流量、温度、基板温度、投入パワー等の条件を適宜設定することにより調整することができる。アモルファスシリコンは光吸収性がよく、また、成膜も容易であり実用性が高い。したがって、剥離層をアモルファスシリコンで構成することによって、光照射により正確に剥離を生じる剥離層を安価に形成することができる。

B. 酸化ケイ素またはケイ酸化合物、酸化チタンまたは

チタン酸化合物、酸化ジルコニウムまたはジルコン酸化合物、酸化ランタンまたはランタン酸化合物等の各種酸化物セラミックス、透電体（強誘電体）あるいは半導体

酸化ケイ素としては、 SiO 、 SiO_2 、 Si_3O_5 が挙げられ、ケイ酸化合物としては、例えば K_2SiO_3 、 Li_2SiO_3 、 CaSiO_3 、 ZrSiO_4 、 Na_2SiO_3 が挙げられる。

【0038】酸化チタンとしては、 TiO 、 TiO_2 、 Ti_2O_3 が挙げられ、チタン酸化合物としては、例えば、 BaTiO_3 、 BaTiO_4 、 Ba_2TiO_5 、 BaTi_2O_7 、 CaTiO_3 、 SrTiO_3 、 PbTiO_3 、 MgTiO_3 、 ZrTiO_4 、 SnTiO_3 、 Al_2TiO_5 、 FeTiO_3 が挙げられる。

【0039】酸化ジルコニウムとしては、 ZrO_2 が挙げられ、ジルコン酸化合物としては、例えば BaZrO_3 、 ZrSiO_4 、 PbZrO_3 、 MgZrO_3 、 K_2ZrO_4 が挙げられる。

【0040】また窒素を含有するシリコンで構成することは好ましい。剥離層に窒素含有シリコンを用いた場合、光の照射に伴い窒素が放出され、これによって剥離層における剥離が促進されるからである。

C. PZT、PLZT、PLLTZT、PBZT等のセラミックスあるいは誘電体（強誘電体）

D. 窒化珪素、窒化アルミ、窒化チタン等の窒化物セラミックス

E. 有機高分子材料有機高分子材料としては、 $-\text{CH}-$ 、 $-\text{CO}-$ （ケトン）、 $-\text{CONH}-$ （アミド）、 $-\text{NH}-$ （イミド）、 $-\text{COO}-$ （エステル）、 $-\text{N}=\text{N}-$ （アゾ）、 $-\text{CH}=\text{N}-$ （シフ）等の結合（光の照射によりこれらの結合が切断される）を有するもの、特に、これらの結合を多く有するものであればいかなるものでもよい。また、有機高分子材料は、構成式中に芳香族炭化水素（1または2以上のベンゼン環またはその縮合環）を有するものであってもよい。

【0041】このような有機高分子材料の具体例としては、ポリエチレン、ポリプロピレンのようなポリオレフィン、ポリイミド、ポリアミド、ポリエステル、ポリメチルメタクリレート（PMMA）、ポリフェニレンサルファイド（PPS）、ポリエーテルスルホン（PE S）、エポキシ樹脂等が挙げられる。

F. 金属

金属としては、例えば、 Al 、 Li 、 Ti 、 Mn 、 I 、 n 、 Sn 、 Y 、 La 、 Ce 、 Nd 、 Pr 、 Gd 、 Sm またはこれらのうちの少なくとも1種を含む合金が挙げられる。

【0042】その他、剥離層を窒素含有合金で構成することもできる。剥離層に窒素含有合金を用いた場合、光の照射に伴い窒素が放出され、これによって剥離層における剥離が促進されるからである。

【0043】また、剥離層を窒素含有合金で構成することもできる。剥離層に窒素含有合金を用いた場合、光の照射に伴い窒素が放出され、これによって剥離層における剥離が促進されるからである。

【0044】さらに、剥離層を多層膜からなるものとすることもできる。多層膜は、例えばアモルファスシリコン膜とその上に形成された金属膜とからなるものとすることができる。多層膜の材料として、上記したセラミックス、金属、有機高分子材料の少なくとも一種から構成することもできる。このように剥離層を多層膜または異種材料の組み合わせによる膜として構成すれば、アモルファスシリコンの場合と同様に、光の照射に伴う水素ガスや窒素ガスの放出によって、分離層における剥離が促進される。

【0045】剥離層2の厚さは、剥離目的や剥離層2の組成、層構成、形成方法等の諸条件により異なるが、通常は、 $1\text{nm} \sim 20\mu\text{m}$ 程度であるのが好ましく、 $10\text{nm} \sim 2\mu\text{m}$ 程度であるのがより好ましく、 $40\text{nm} \sim 1\mu\text{m}$ 程度であるのがさらに好ましい。剥離層2の膜厚がより大きい程より成膜の均一性を保て剥離にムラを生じにくくなる一方、膜厚がより薄い程剥離層2の良好な剥離性を確保するための光のパワー（光量）が小さくて済むとともに、後に剥離層2を除去する際にその作業にかかる時間がより少なくなるからである。なお、剥離層2の膜厚は、できるだけ均一であるのが好ましい。

【0046】剥離層2の形成方法は、均一な厚みで剥離層2を形成可能な方法であればよく、特に限定されず、膜組成や膜厚等の諸条件に応じて適宜選択される。たとえば、CVD（MOCVD、低圧CVD、ECR-CVDを含む）、蒸着、分子線蒸着（MB）、スパッタリング、イオンプレーティング、PVD等の各種気相成膜法、電気メッキ、浸漬メッキ（ディッピング）、無電解メッキ等の各種メッキ法、ラングミュア・プロジェクト（LB）法、スピンコート、スプレーコート、ロールコート等の塗布法、各種印刷法、転写法、インクジェットコーティング法、粉末ジェット法等が挙げられ、これらのうちの2以上を組み合わせ形成することもできる。

【0047】例えば、剥離層2の組成がアモルファスシリコン（ $a\text{-Si}$ ）の場合には、CVD、特に低圧CVDやプラズマCVDにより成膜するのが好ましい。

【0048】また、剥離層2をゾルーゲル法によるセラミックスで構成する場合や、有機高分子材料で構成する場合には、塗布法、特に、スピンコートにより成膜するのが好ましい。

【0049】なお、図1（a）には示されないが、素子形成基板1と剥離層2の性状に応じて、両者の密着性の向上等を目的とした中間層を基板1と剥離層2の間に設けても良い。この中間層は、例えば製造時または使用時において被転写層を物理的または化学的に保護する保護層、絶縁層、被転写層へのまたは被転写層からの成分の

移行（マイグレーション）を阻止するバリア層、反射層としての機能のうち少なくとも一つを発揮するものである。

【0050】この中間層の組成は、その目的に応じて適宜選択されえる。例えば、非晶質シリコンで構成された剥離層と転写層との間に形成される中間層の場合には、 SiO_2 等の酸化塩素が挙げられる。また、他の中間層の組成としては、例えば、Pt、Au、W、Ta、Mo、Al、Cr、Tiまたはこれらを主成分とする合金のような金属が挙げられる。

【0051】中間層の厚みは、その形成目的に応じて適宜決定される。通常は、 $10\text{nm} \sim 5\mu\text{m}$ 程度であるのが好ましく、 $40\text{nm} \sim 1\mu\text{m}$ 程度であるのがより好ましい。中間層の膜厚がより大きい程より成膜の均一性を保て密着性にムラを生じにくくなる一方、膜厚がより薄い程剥離層にまで透過すべき光の減衰がより少なくなるからである。

【0052】中間層の形成方法としては、剥離層2で説明した各種の方法が運用可能である。中間層は、一層で形成する他、同一または異なる組成を有する複数の材料を用いて二層以上形成することもできる。

【0053】次に、この剥離層2の上に、素子を含む素子形成層3を形成する。素子形成層3には、TFTその他の能動素子や受動素子、またはそれらの組み合わせからなる回路が含まれる。すなわち素子形成層3に形成されるものは、個々の素子であったり集積回路等の独立した機能を有するチップであったり、さらに両者の中間の独立した機能は持たないが他の素子や回路と組み合わせることにより独立して機能する回路の部分であったりする。したがってその構造やサイズに限定はない。

【0054】特に、本発明においては、素子形成層3に複数の薄膜素子で構成される集積回路を形成することは好ましい。薄膜素子の製造にはある程度の高温プロセスが要求され、薄膜素子を形成する基材は素子形成基板1のように種々の条件を満たす必要がある。一方で製品化する最終的な転写基板は例えば可撓性を有するフレキシブル基板であることが考えられる。このように薄膜素子の製造では、最終基板に求められる要件と薄膜素子を製造する基板に求められる条件が相反する可能性があるが、本発明の素子の転写方法を適用すれば、製造条件を満たす基板で薄膜素子を製造してから、この製造条件を満たさない転写基板に薄膜素子を転写することが可能である。

【0055】このような薄膜素子の例として、TFTの他に、例えば、薄膜ダイオードや、シリコンのPIN接合からなる光電変換素子（光センサ、太陽電池）やシリコン抵抗素子、その他の薄膜半導体デバイス、電極

（例：ITO、メサ膜のような透明電極）、スイッチング素子、メモリ、圧電素子等のアクチュエータ、マイクロミラー（ピエゾ薄膜セラミックス）、磁気記録薄膜へ

ッド、コイル、インダクター、抵抗、キャパシタ、薄膜高透磁材料およびそれらを組み合わせたマイクロ磁気デバイス、フィルター、反射膜、ダイクロイックミラー等がある。

【0056】さて本実施の形態では、素子形成層3に薄膜トランジスタを含めて形成するものとする。すなわち、素子形成層3は、図1(a)に示すように、シリコン酸化膜等の絶縁層31、不純物がドーブされたソース・ドレイン領域を含むシリコン層32、ゲート絶縁膜33、ゲート配線膜34、層間絶縁膜35、ソース・ドレインの配線膜36等によって構成される薄膜トランジスタTを備えている。

【0057】図3に、素子形成層3の製造方法として、当該薄膜トランジスタTの製造方法を例示する。

【0058】まず、図3(a)に示すように、素子形成基板1上に SiO_2 膜を堆積させて下地層である絶縁層31を形成する。 SiO_2 膜の形成方法としては、公知の方法、例えば、プラズマ化学気相堆積法（PECVD法）や低圧化学気相堆積法（LPCVD法）、スパッタリング法等の気相堆積法が挙げられる。例えば、PECVD法を利用することにより厚さ $1\mu\text{m}$ の絶縁層31を形成する。次いで公知の方法、例えばLPCVD法を適用してシリコン層32を形成する。このシリコン層32をパターニングして、薄膜トランジスタの半導体領域の形状に形成する。

【0059】次に、図3(b)に示すように、 SiO_2 等のゲート絶縁膜33を所定の製造方法、例えば電子サイクロトロン共鳴PECVD法（ECR-CVD法）、平行平板PECVD法、またはLPCVD法にて形成する。

【0060】次に、図3(c)に示すように、所定のゲート用金属、例えばタンタルまたはアルミニウムの金属薄膜をスパッタリング法により形成した後、パターニングすることによって、ゲート配線膜34を形成する。そしてこのゲート配線膜34をマスクとして、ドナーまたはアクセプターとなる不純物イオンを打ち込み、パターニングされたシリコン層32にソース/ドレイン領域とチャネル領域を、ゲート配線膜34に対して自己整合的に作製する。例えば、NMOSTランジスタを作製するためには、不純物元素としてリン（P）を所定の濃度、例えば $1 \times 10^{16} \text{cm}^{-2}$ の濃度でソース/ドレイン領域に打ち込む。その後、適当なエネルギーの印加、例えばXeClエキシマレーザを照射エネルギー密度200から400 mJ/cm^2 程度で照射するか、250℃から450℃程度の温度で熱処理することにより、不純物元素の活性化を行う。

【0061】次に、図3(d)に示すように、ゲート絶縁膜33およびゲート配線膜34の上面に、所定の方法、例えばPECVD法により約500nmの SiO_2 等で層間絶縁膜35を形成する。次に、ソース/ドレ

10

20

30

40

50

ン領域に至るコンタクトホールを絶縁膜33および35に設けて、これらコンタクトホールおよびコンタクトホールの周縁部に、所定の方法、例えばスパッタリング法でアルミニウム等を堆積して配線膜36を形成してパターンニングする。

【0062】以上の工程で素子形成層3に薄膜トランジスタTを形成可能であるが、このような素子の形成方法は、公知の技術を適用して種々に適応可能である。

【0063】なお、剥離層2に接して設けられる下地層である絶縁層31として、SiO₂膜を使用しているが、Si、N₂などのその他の絶縁膜を使用することもできる。この絶縁層31の厚みは、その形成目的や発揮し得る機能の程度に応じて適宜決定されるが、通常は、10nm～5μm程度であるのが好ましく、40nm～1μm程度であるのがより好ましい。この絶縁層31は、種々の目的で形成され、例えば、前記中間層としての役割を果たすようにして形成することもできる。すなわち、素子形成層3に形成される素子を物理的または化学的に保護する保護層、絶縁層、導電層、レーザ光の遮光層、マイグレーション防止用のバリア層、反射層としての機能の内の少なくとも1つの機能を発揮するように、絶縁層を形成することもできる。

【0064】なお、剥離層を分離した後も素子形成層が分解したり性能が落ちたりするような悪影響が内場合には、このような絶縁層31を形成せず、剥離層2上に直接素子を形成してもよい。

【0065】次に、図1(b)に示すように、素子形成層3の上に溶解性接着剤、例えば、水溶性の接着剤を塗布し、接着膜4を形成する。

【0066】接着膜4の接着剤としては、液体溶解性接着剤が挙げられ、特に水溶性接着剤が好適である。このような接着剤の好適な例としては、水、アルコール、アセトン、酢酸エチル、トルエン等のいずれかの溶剤で比較的容易に溶解され、接着物を剥離できるような接着剤から適宜選択して使用することができ、例えばポリビニルアルコール系、水性ビニルウレタン系、アクリル系、ポリビニルピロリドン、アルファオレフィン、マレイン酸系、光硬化型接着剤等の水溶性接着剤、アクリル系接着剤、エポキシ系接着剤、シリコン系接着剤等の多くの有機溶媒可溶性接着剤を挙げることができる。

【0067】本実施の形態において、接着膜4を形成するための接着剤は、素子形成層3にのみ、仮転写基板5にのみ、またはこれら双方に塗布される。

【0068】この接着膜の生成方法としては、スピンコート法、後述するインクジェット方式の薄膜形成装置を用いたインクジェットコーティング法、印刷法等の方法を用いて行うことができる。

【0069】次に、この上に、仮転写用基板5を載置し、素子形成基板1(の素子形成層3)と仮転写基板5とを張り合わせる。仮転写基板5としては、例えば、既

述したガラス基板を使用することが可能である。

【0070】次に、図1(c)に示すように、第1の基板側1から、例えば、レーザ光を全面に照射する。これにより、剥離層2にアブレーションを生じさせ、また、剥離層2に含まれているガスを放出させ、さらには照射直後に熔融、蒸散等の相変化を生じさせ、素子形成基板側1と素子形成層3とを剥離する。これにより、素子形成層3は仮転写基板5に転写される。

【0071】ここで、アブレーションとは、照射光を吸収した固定材料(剥離層2の構成材料)が光化学的または熱的に励起され、その表面や内部の原子または分子の結合が切断されて放出することをいい、主に、剥離層2の構成材料の全部または一部が熔融、蒸散(気化)等の相変化を生じる現象として現れる。また、前記相変化によって微小な発泡状態となり、結合力が低下することもある。

【0072】剥離層2が層内剥離を生じるか、界面剥離を生じるか、またはその両方であるかは、剥離層2の組成や、その他種々の要因に左右され、その要因の1つとして、照射される光の種類、波長、強度、到達深さ等の条件が挙げられる。

【0073】照射する光としては、剥離層2に層内剥離および/または界面剥離を起こさせるものであればいかなるものでもよく、例えば、X線、紫外線、可視光、赤外線(熱線)、レーザ光、ミリ波、マイクロ波、電子線、放射線(α線、β線、γ線)等が挙げられる。

【0074】そのなかでも、剥離層2の剥離(アブレーション)を生じさせ易く、かつ高精度の局部照射が可能である点で、レーザ光が好ましい。レーザ光はコヒーレント光であり、素子形成基板1を介して剥離層に高出力パルス光を照射して高精度で所望部分に剥離を生じさせるのに好適である。したがって、レーザ光の使用によって、容易にかつ確実に素子形成層3を剥離させることができる。

【0075】このレーザ光を発生させるレーザ装置としては、各種気体レーザ、固体レーザ(半導体レーザ)等が挙げられるが、エキシマレーザ、Nd-YAGレーザ、Arレーザ、CO₂レーザ、COレーザ、He-N₂レーザ等が好適に用いられる。

【0076】このレーザ光としては、波長100nm～350nmを有するレーザ光が好ましい。このように短波長レーザ光を用いることにより、光照射精度が高められるとともに、剥離層2における剥離を効果的に行うことができる。

【0077】上述の条件を満たすレーザ光としては、例えばエキシマレーザを挙げることができる。エキシマレーザは、短波長紫外域の高エネルギーのレーザ光出力が可能なガスレーザであり、レーザ媒質として希ガス(Ar、Kr、Xeなど)とハロゲンガス(F₂、HClなど)とを組み合わせたものを用いることに

より、代表的な4種類の波長のレーザー光を出力することができる(XeF=351nm, XeCl=308nm, KrF=248nm, ArF=193nm)。エキシマレーザーは、短波長域で高エネルギーを出力するため、極めて短時間で剥離層2にアブレーションを生じさせることができ、よって隣接する仮転写基板5や素子形成基板1等に温度上昇をほとんど生じさせることなく、素子等に劣化、損傷を生じさせることなく、素子形成層3を剥離することができる。

【0078】あるいは、剥離層2に、例えばガス放出、酸化、昇華等の相変化を起こさせて分離特性を与える場合、照射されるレーザー光の波長は、350から1200nm程度が好ましい。

【0079】このような波長のレーザー光は、YAG、ガスレーザーなどの一般加工分野で広く使用されるレーザー光源や照射装置を用いることができ、光照射を安価にかつ簡単に行うことができる。また、このような可視光領域の波長のレーザー光を用いることによって、素子形成基板1が可視光透光性であればよく、素子形成基板1の選択の自由度を広げることができる。

【0080】また、照射されるレーザー光のエネルギー密度、特に、エキシマレーザーの場合のエネルギー密度は、 $10 \sim 500.0 \text{ mJ/cm}^2$ 程度とするのが好ましく、 $100 \sim 50.0 \text{ mJ/cm}^2$ 程度とするのがより好ましい。また、照射時間は、 $1 \sim 1000 \text{ nsec}$ 程度とするのが好ましく、 $10 \sim 100 \text{ nsec}$ 程度とするのがより好ましい。エネルギー密度がより高くまたは照射時間がより長い程アブレーション等が生じ易く、一方で、エネルギー密度がより低くまたは照射時間がより短い程剥離層2を透過した照射光により素子等に悪影響を及ぼすおそれを低減できるからである。

【0081】レーザー光に代表される照射光は、その強度が均一となるように照射されるのが好ましい。照射光の照射方向は、剥離層2に対し垂直な方向に限らず、剥離層2に対し所定角度傾斜した方向であってもよい。

【0082】また、剥離層2の面積が照射光の1回の照射面積より大きい場合には、剥離層2の全領域に対し、複数回に分けて照射光を照射することもできる。また、同一箇所に2回以上照射してもよい。また、異なる種類、異なる波長(波長域)の照射光(レーザー光)を同一領域または異なる領域に2回以上照射してもよい。

【0083】なお、剥離層2を透過した照射光が素子にまで達して悪影響を及ぼす場合の対策としては、例えば、剥離層2上にタンタル(Ta)等の前述した中間層を形成する方法がある。または素子形成層の下地となる絶縁膜31を中間層としての機能を奏するように形成してもよい。これにより、剥離層2を透過したレーザー光は、金属膜の界面で完全に反射され、それよりの上の素子に悪影響を与えない。

【0084】なお、剥離した素子形成層3の裏側には、

剥離層2の剥離残分が付着している場合があり、これを完全に取り除くことが望ましい。残存している剥離層2を除去するための方法は、例えば洗浄、エッチング、アッシング、研磨等の方法、またはこれらを組み合わせた方法の中から適宜選択して採用することができる。さらに、素子形成層3から分離された基板1の表面に付着した剥離層2も、これと同様の方法によって除去することができ、これによって素子形成基板1を再利用(リサイクル)に供することができる。

【0085】次に、図1(d)に示すように、素子形成層3の下地側の全面に液体の樹脂材料を均一に塗布し、樹脂材料に応じた適当な方法、例えば、熱硬化、光硬化、放置などにより硬化させて樹脂基板6を形成する。

【0086】この樹脂材料としては、ポリオレフィン系樹脂(ポリエチレン、ポリプロピレン、EVAなど)、エポキシ系樹脂、フッ素系樹脂、カルボキシル基含有アクリル系樹脂などの熱溶融樹脂、ポリエステル系樹脂、アクリレート系樹脂、シリコン系樹脂等のうちの1種または2種以上を混合して用いることができる。樹脂の塗布は、スピンコート法、ロールコート法、スプレー法等の種々のものから適宜に選択される。

【0087】樹脂基板6の材料は、特に限定されないが、前記基板1に比べ、耐熱性、耐食性等の特性が劣るものであってもよい。この樹脂基板6は、高熱が要求される素子の形成以後に設けられるため、素子形成層3の形成時の温度条件等に依存しないからである。

【0088】したがって、素子形成層3の形成時の最高温度を T_{max} としたとき、樹脂基板6の構成材料として、相転移点(T_g)または軟化点が T_{max} 以下のものを用いることができる。例えば、樹脂基板6として、相転移点(T_g)または軟化点が好ましくは 800°C 以下、より好ましくは 500°C 以下、さらに好ましくは 320°C 以下の材料で構成することができる。

【0089】このように、樹脂基板6には温度による材料の利用制限が無いため、材料選択の幅が広く、例えば素子形成層と樹脂基板との熱膨張性をあわせやすい。よって、発熱による反りやクラックが生じにくい構造を形成でき、耐熱性を向上させることができるのである。

【0090】樹脂基板6の機械的特性としては、ある程度の剛性(強度)を有するように形成されることが好ましいが、ある程度可撓性、弾性を有するものであってもよい。このように可撓性を有する樹脂基板を利用すれば、剛性の高いガラス基板では得られないような優れた特性が実現可能である。従って、本発明において、可撓性のある最終基板を用い、例えば電気光学装置を製造することによって、しなやかで、軽くかつ落下の衝撃にも強い電気光学装置を実現することができる。

【0091】このような樹脂基板6の形成材料としては、各種合成樹脂が好ましい。合成樹脂としては、熱可

塑性樹脂、熱硬化性樹脂のいずれでもよく、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、エチレン-ブレンビレン共重合体、エチレン-酢酸ビニル共重合体（EVA）等のポリオレフィン、環状ポリオレフィン、変性ポリオレフィン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリスチレン、ポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリカーボネート、ポリ（4-メチルペンテン-1）、アイオノマー、アクリル系樹脂、ポリメチルメタクリレート、アクリル-スチレン共重合体（AS樹脂）、ブタジエン-スチレン共重合体、ポリオ共重合体（EVOH）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリシクロヘキサントレフタレート（PCT）等のポリエステル、ポリエーテル、ポリエーテルケトン（PEEK）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリエーテルイミド、ポリアセタール（POM）、ポリフェニレンオキシド、変性ポリフェニレンオキシド、ポリアリレート、芳香族ポリエステル（液晶ポリマー）、ポリテトラフルオロエチレン、ポリフッ化ビニリデン、その他フッ素系樹脂、スチレン系、ポリオレフィン系、ポリ塩化ビニル系、ポリウレタン系、フッ素ゴム系、塩素化ポリエチレン系等の各種熱可塑性エラストマー、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル、シリコン樹脂、ポリウレタン等、またはこれらを主とする共重合体、ブレンド体、ポリマーアロイ等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせて（例えば2層以上の積層体として）用いることができる。

【0092】ガラス材としては、例えば、ケイ酸ガラス（石英ガラス）、ケイ酸アルカリガラス、ソーダ石灰ガラス、カリ石灰ガラス、鉛（アルカリ）ガラス、バリウムガラス、ホウケイ酸ガラス等が挙げられる。このうち、ケイ酸ガラス以外のものは、ケイ酸ガラスに比べて融点が低く、また、成形、加工も比較的容易であり、しかも安価であり、好ましい。

【0093】最終的な基板が樹脂で構成されているので、材料コスト、製造コストも安価であるという種々の利点が享受できる。したがって、このような合成樹脂の使用は、大型で安価なデバイス（例えば、液晶ディスプレイ）を製造する上で有利である。

【0094】但し、合成樹脂と同様な成型のし易さ、価格メリットがあるものであれば、他の材料も利用することが可能である。

【0095】樹脂基板6の厚みは、樹脂の硬化後の強度や転写する素子形成層3の厚み、面積、強度等の条件に応じた厚みに選択されるが、例えば、50 μ m~1000 μ m程度にすることが好ましく、100 μ m~400 μ m程度にすることがさらに好ましい。樹脂基板が厚い程、接着層を排除して最終製品全体の厚みを薄くするという本発明の利点の一つが少なくなり、樹脂基板が薄い

程、最終製品における強度が担保できなくなるからである。

【0096】なお、樹脂基板6として、樹脂材料が可撓性のフィルム上に適当な形状で連続形成された接着シートを用いることは好ましい。接着シートは連続供給ができるため、手順が簡単になり、製造上の効率が良いからである。

【0097】次に、図1（e）に示すように、接着膜4を水洗など、接着剤の性質に応じた溶剤（水や有機溶剤）によって溶解し、仮転写基板5を素子形成層3から分離する。

【0098】以上の工程により、素子形成層形成3に硬化性樹脂を塗布して転写基板6とし、相対的に耐熱温度の低いプラスチック樹脂基板6に半導体装置を形成することができる。このような半導体装置の製造プロセスは、液晶表示器やELパネルの製造工程に適用する場合に好都合である。

【0099】すなわち本発明の第1の実施の形態によれば、従来装置のように、転写基板と素子形成層間に接着層を介しないので半導体装置の厚みが減少する。素子形成層の下地基板となる樹脂基板の材料としては素子形成層との接着性等の良否を考慮して選択すれば良く、材料選択の余地が広がり、熱膨張性などをあわせやすい。熱膨張率などの条件をマッチングさせた最終製品では、発熱による反りやクラックが生じにくく、耐熱性が向上することになる。

【0100】特に、本第1の実施の形態によれば、最終製品が大型ディスプレイ装置であるときのように基板面積を大きくしなければならない場合に本発明を適用すれば、面積が大きいアクティブマトリクス基板の画素回路の製造を比較的厚くて頑丈な素子形成基板上で行いながら、最終製品には薄い樹脂基板を用いる。つまり、素子形成層にクラックや不良箇所を生じることなく安定した製造を行いながら、最終的に薄型の製品を製造できるといように、製造時と製品上とで相反する要件を共に満たすことができる。

【0101】また、従来の転写方法では別途最終基板を接着剤等で貼り合わせていたところ、本第1の実施の形態によれば、樹脂で形成した層を最終的に回路全体を支える基板として利用することにしたので、従来の転写方法により大幅に薄い最終製品を製造することが可能である。

【0102】（第2の実施の形態）本発明の第2の実施の形態によれば、素子形成層上に樹脂を塗布して硬化させて転写基板とし、元の基板を除去するようにした第2の転写方法に関する。特に転写先の基板を貼り合わせる必要を省略した転写方法である。

【0103】図2（a）乃至図（e）は、本発明の第2の実施の形態に係る素子および回路基板の製造過程（工程）を示している。前記第1の実施の形態と対応す

る部分には同一符号を付してその説明を省略する。この第2の実施の形態では、仮転写基板5の使用が省かれており、転写回数は、1回である。

【0104】まず、図2(a)に示すように、石英などの耐熱性の素子形成基板1の上に剥離層2が形成される。剥離層2は、前述したように、熱や光等の照射を受けると、内部に分離が生じて剥離する性質を持っている。分離膜2としては、前記第1の実施の形態で説明したとおりであり、例えば、水素を含むアモルファスシリコン(a-Si)を使用することが可能である。

【0105】この剥離層2の上に、薄膜トランジスタなどの電気素子が形成された素子形成層3が形成されている。素子形成層3は、前記第1の実施の形態で説明したとおりであり、例えば、シリコン酸化膜等の絶縁層31、不純物がドーパされたソース・ドレイン領域を含むシリコン層、ゲート絶縁膜33、ゲート配線膜34、層間絶縁膜35、ソース・ドレインの配線膜36等によって構成されている。

【0106】次に、図2(b)に示すように、素子形成層3上の全面に液体の熱または光硬化性の樹脂材料を均一に塗布し、樹脂材料に応じた適当な方法により硬化させて、樹脂基板6を形成する。この樹脂材料については、前記第1の実施の形態で説明したとおりであり、例えば、アクリル系樹脂、シリコン系樹脂、等の種々の樹脂の使用が可能であり、適宜に選択する。樹脂の塗布は、スピンコート法、ロールコート法、スプレー法等の種々のものから適宜に選択される。樹脂の硬化は、光や熱の照射等によって行うことが可能である。

【0107】樹脂基板6の機械的強度や厚みの条件についても、前記第1の実施の形態と同様に考えることができる。

【0108】次に、図2(c)に示すように、素子形成基板側1から、例えば、レーザ光を全面に照射し、剥離層2の水素を分子化して結晶の結合から分離させ、素子形成基板側1と素子形成層3とを剥離する。これにより、素子形成層3は転写基板6に転写される。レーザ光の照射については、前記第1の実施の形態で説明したとおりであり、例えばエキシマレーザを用いる。

【0109】次に、図2(d)に示すように、素子形成層3の下地側の絶縁膜31をパターニングして例えば20~30 μ m程度の幅のコンタクトホールを開口する。パターニングは、フォトリソグラフィやインクジェット法によるエッチング液の滴下、レーザエッチングなどを適用可能である。

【0110】次に、図2(e)に示すように、素子形成層3の裏側に任意の配線や電極、例えば透明電極のITOを積層してパターニングして画素電極や、端子電極などを形成する。このような回路基板は、電気光学装置、例えば液晶表示器やEL表示器として使用される。

【0111】このように、第2の実施の形態によれば、

前記第1の実施の形態と同様の効果を奏する他、仮転写基板5を使用する工程を経ることなく、すなわち樹脂基板6に電子回路等の素子形成層3が転写形成される。

【0112】なお、図2(d)および(e)における素子形成層3の裏側の配線は必須のものではなく、コンタクトホールや配線が存在していなくてもよい。

【0113】特に、本第2の実施の形態によれば、従来の転写方法では接着層でしかなかった層を、最終的に回路全体を支える基板として利用しているので、従来の転写方法により大幅に薄い最終製品を製造することが可能である。

【0114】(第3の実施の形態) 本第3の実施の形態は、前記各実施の形態に係る転写方法によって製造される集積回路であり、回路基板である。

【0115】本実施の形態における集積回路は、本発明における素子の転写方法によって形成されるLSIであるスタティックRAMに関する。図4(a)に本実施の形態に係る集積回路の平面図を、図4(b)に第1の実施の形態を適用した場合の図4(a)のA-A切断面における一部断面拡大図、(c)に第2の実施の形態を適用した場合の一部断面拡大図を示す。

【0116】図4(a)に示すように、当該集積回路100は、メモリセルアレイ101、アドレスバッファ102、行デコーダ103、ワードドライバ104、アドレスバッファ105、列デコーダ106、列選択スイッチ107、入出力回路108、及び制御回路109の各ブロックを備えている。各ブロックには、薄膜トランジスタを中心とする回路が形成されており、互いのブロック間には金属層をパターニングすることによる配線が形成されている。

【0117】図4(b)は、前記第1の実施の形態を適用して製造して当該集積回路100を製造した場合の断面図であり、p型MOSトランジスタTpとn型MOSトランジスタTnとが形成されている付近を示している。当該断面図に示すように、素子形成層3の下側に樹脂基板6が形成されている。素子形成層3は、下地となるシリコン層200、多数の素子や配線の層構造が形成された配線層201、および上面を保護するための保護層202等が形成されている。

【0118】配線層201には、ウェル領域210、不純物が導入され、ソースまたはドレインを形成する半導体領域211、ゲート絶縁膜212、ゲート配線膜213、層間絶縁膜214、金属配線層215等によって回路が形成されている。このような層構造は、前記第1の実施の形態における薄膜トランジスタの形成と同様な手順で形成可能である。

【0119】保護層202は、配線層201を保護するための膜であり、第1の実施の形態を利用した場合、機械的強度は下層の樹脂基板6によって担保させるため、配線層201を保護しうる程度の厚みであれば十分であ

り、厚く形成する必要がない。

【0120】図4(c)は、前記第2の実施の形態を適用して製造して当該集積回路100を製造した場合の断面図であり、シリコン層200及び配線層201については、図4(b)と同様に形成する。ただし、ここでは配線層201の上面に樹脂基板6を形成しているため、この樹脂基板6が同時に配線層201を保護する保護層としての機能も兼用している。すなわち、樹脂基板6は、保護層としての観点の他に、基板本体としての強度を備えるように、その材料が選択され、厚みが設定される。

【0121】また前記第2の実施の形態で説明したように、配線層201に貼ける金属配線層215の一部または全部を、裏側の金属配線層216を貼けることも可能である。

【0122】以上、本第3の実施の形態によれば、前記各実施の形態と同様の効果を奏する。特に、従来の集積回路では、シリコンウェハ上に各種の素子を形成していたが、本発明を適用することにより、シリコンウェハよりも薄い構造のシリコン層上に回路を集積することができ、すなわち、半導体装置として機能しうる程度のシリコン層200を、所定の方法、例えばスパッタ法等で剥離層2上に形成してから配線層201を形成することで、素子形成層3を大幅に薄くすることができる。

【0123】(第4の実施の形態) 本発明の第4の実施の形態は、前記実施の形態に係る素子の転写方法によって製造される素子を、二次元に配置された複数の画素電極に配置して構成されるアクティブマトリクス型回路基板を含む電気光学装置に関する。

【0124】図5に、本第4の実施の形態における電気光学(表示)装置40の接続図を示す。本実施の形態の表示装置40は、各画素領域Gに電界発光効果により発光可能な発光層OLED、それを駆動するための電流を記憶する保持容量Cを備え、さらに本発明の転写方法によって転写・製造される半導体装置、ここでは薄膜トランジスタT1~T4を備えて構成されている。ドライバ領域41からは、走査線Vsel及び発光制御線Vgpが各画素領域Gに供給されている。ドライバ領域42からは、データ線Idataおよび電源線Vddが各画素領域Gに供給されている。走査線Vselとデータ線Idataとを制御することにより、各画素領域Gに対する電流プログラムが行われ、発光部OLEDによる発光が制御可能になっている。

【0125】なお、上記アクティブマトリクス型回路は、発光要素に電界発光素子を使用する場合の回路の一例であり他の回路構成も可能である。また発光要素に液晶表示素子を利用することも回路構成を種々変更することにより可能である。

【0126】本実施の形態における電気光学装置の製造は、第1の実施の形態における転写方法、第2の実施の

形態における転写の方法のいずれかの方法を適用して行う。すなわち、画素領域を含むアクティブマトリクス型の回路を素子形成基板上に形成してから、第1の実施の形態のように樹脂基板を形成して転写に係る基板を除去するか、第2の実施の形態のように素子形成層に樹脂層を形成して硬化させてから転写に係る基板を除去する。

【0127】本第4の実施の形態によれば、本発明の転写方法をこのようなアクティブマトリクス型回路基板および電気光学装置の製造に適用したものであるため、上記第1または第2の実施の形態における効果と同様の効果を奏する。

【0128】特に、本第4の実施の形態によれば、大型ディスプレイ装置のような大面積のアクティブマトリクス型回路基板やそれを利用した電気光学装置である場合に、面積が大きい回路基板の製造を比較的厚くて頑丈な素子形成基板上で行いながら、最終製品には薄い樹脂基板に回路構造を設けることができる。そのため、画素領域にクラックや不良箇所を生じることなく安定した製造を行いながら、最終的に薄型の製品を製造できるというように、製造時と製品上で相反する要件を共に満たすことができる。

【0129】また、本第4の実施の形態によれば、最終製品において、薄い樹脂で形成された基板や層を構造体とする回路基板を用いることができるので、従来の回路基板や電気光学装置に比べ大幅に薄い最終製品を製造することが可能である。

【0130】(第5の実施の形態) 本第5の実施の形態は、前記各実施の形態に係る転写方法によって製造される電子機器に関する。

【0131】本実施の形態における電子機器は、本発明における素子の転写方法によって形成された回路基板を少なくとも一部に備えて構成されている。

【0132】図6(a)~図6(f)に、本実施の形態における電子機器の例を挙げる。

【0133】図6(a)は本発明の転写方法によって製造される携帯電話の例であり、当該携帯電話110は、電気光学装置(表示パネル)111、音声出力部112、音声入力部113、操作部114、およびアンテナ部115を備えている。本発明の転写方法は、例えば表示パネル111や内蔵される回路基板に適用される。

【0134】図6(b)は本発明の転写方法によって製造されるビデオカメラの例であり、当該ビデオカメラ120は、電気光学装置(表示パネル)121、操作部122、音声入力部123、および受像部124を備えている。本発明の転写方法は、例えば表示パネル121や内蔵される回路基板に適用される。

【0135】図6(c)は本発明の転写方法によって製造される携帯型パーソナルコンピュータの例であり、当該コンピュータ50は、電気光学装置(表示パネル)1

31、操作部132、およびカメラ部133を備えている。本発明の転写方法は、例えば表示パネル131や内蔵される回路基板に適用される。

【0136】図6(d)はヘッドマウントディスプレイの例であり、当該ヘッドマウントディスプレイ140は、電気光学装置(表示パネル)141、光学系収納部142およびバンド部143を備えている。本発明の転写方法は、例えば表示パネル141や内蔵される回路基板に適用される。

【0137】図6(e)は本発明の転写方法によって製造されるリア型プロジェクターの例であり、当該プロジェクター150は、電気光学装置(光変調器)151、光源152、合成光学系153、ミラー154・155ミラー及びスクリーン157を筐体156内に備えている。本発明の転写方法は、例えば光変調器151や内蔵される回路基板に適用される。

【0138】図6(f)は本発明の転写方法によって製造されるフロント型プロジェクターの例であり、当該プロジェクター160は、電気光学装置(画像表示源)161及び光学系162を筐体163内に備え、画像をスクリーン164に表示可能になっている。本発明の転写方法は、例えば画像表示源161や内蔵される回路基板に適用される。

【0139】上記例に限らず本発明に係る転写方法は、素子や回路を利用するあらゆる電子機器に適用可能である。例えば、この他に、表示機能付きファックス装置、デジタルカメラのファインダ、携帯型TV、DSP装置、PDA、電子手帳、電光掲示板、宣伝公告用ディスプレイなどにも活用することができる。

【0140】本発明に係る転写方法よれば、前記第1の実施の形態と同様の効果を得る。すなわち、従来のように素子形成層と転写基板との間に接着層が介在せず、非常に薄い薄膜装置を得ることが可能となるので、薄型の携帯用電子機器を構成する回路基板を提供するのに好適である。

【0141】(第6の実施の形態) 本第5の実施の形態は、前記第4の実施の形態における電子機器の好適な一例としてのICカードに関する。

【0142】図7に、本実施の形態におけるICカードの概略斜視図を示す。図7に示すように、本ICカード170は、本体172に内蔵された回路基板上に、表示パネル171、指紋検出器173、外部端子174、マイクロプロセッサ175、メモリ176、通信回路177、及びアンテナ部178を備えている。

【0143】本発明に係る転写方法よれば、前記第1の実施の形態と同様の効果を得る。すなわち、従来のように素子形成層と転写基板との間に接着層が介在せず、

非常に薄い薄膜装置を得ることが可能となるので、ICカードのように極めて薄い回路基板とする必要がある電子機器に特に好適である。

【0144】なお、本発明の転写方法は、上記のようなICカードに限定されず、薄型基板を必要とする装置、例えば、紙幣、クレジットカード、プリペイドカード等に適用できる。

【0145】

【発明の効果】以上説明したように、本発明においては、薄膜トランジスタ等が形成される素子形成層に樹脂を塗布し、硬化させてこれを素子の樹脂基板とするので、従来のように素子形成層と転写基板との間に接着層が介在せず、非常に薄い薄膜装置を得ることが可能となる。また、硬化性樹脂は素子形成層との接着性の良否を考慮すれば良く、材料選択の余地が広がって好ましい。また本発明によれば、素子形成層上に塗布した接着剤による接着層を最終的に回路全体を支える基板として利用しているので、従来の転写方法により大幅に薄い最終製品を製造することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の第1の実施の形態を説明する製造工程断面図である。

【図2】図2は、本発明の第2の実施の形態を説明する製造工程断面図である。

【図3】図3は、本発明の第2の実施の形態を説明する製造工程断面図である。

【図4】図4は、本発明に係る集積回路の例であり、図4(a)はその平面図、(b)は第1の実施の形態を適用した場合の一部断面拡大図であり、(c)は第2の実施の形態を適用した場合の一部断面拡大図である。

【図5】図5は、本発明に係るアクティブマトリクス型基板および電気光学装置の接続図である。

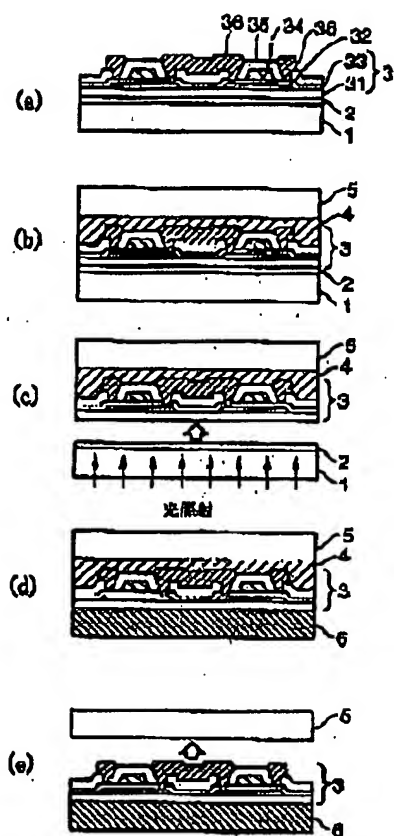
【図6】図6は、本発明に係る電子機器の例であり、図6(a)は携帯電話、図6(b)はビデオカメラ、図6(c)は携帯型パーソナルコンピュータ、図6(d)はヘッドマウントディスプレイ、図6(e)はリア型プロジェクター、図6(f)はフロント型プロジェクターへの適用例である。

【図7】図7は本発明に係るICカードの構造を説明する概略斜視図である。

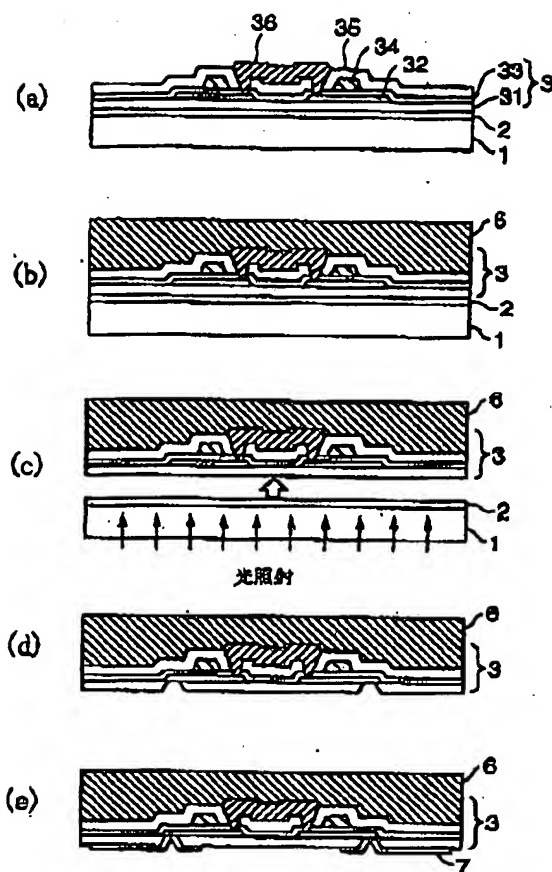
【符号の説明】

- 1 素子形成基板
- 2 剝離(分離)層
- 3 素子形成層
- 4 接着層(溶解性)
- 5 仮転写基板
- 6 転写基板

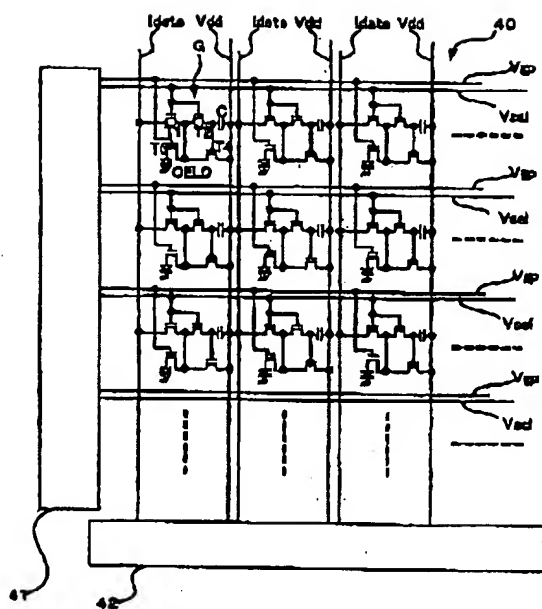
【圖 1】



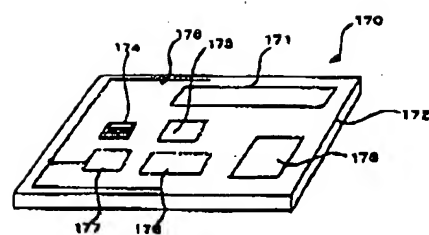
【图 2】



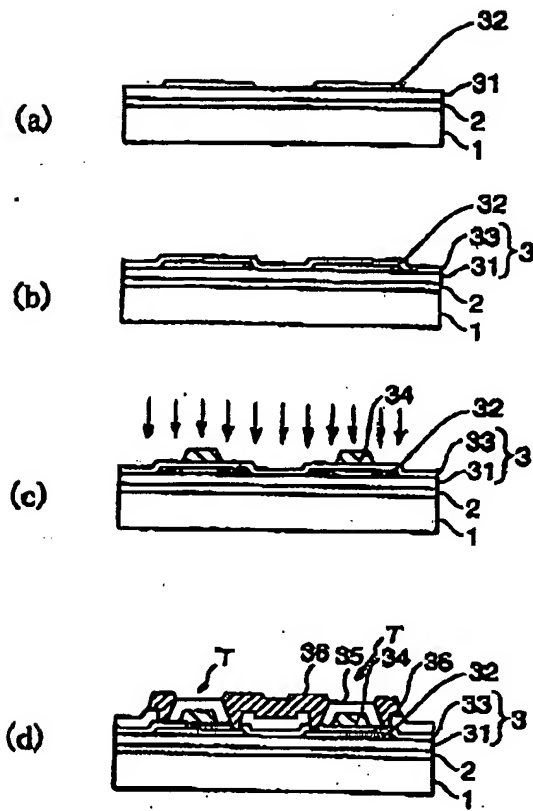
【圖 5】



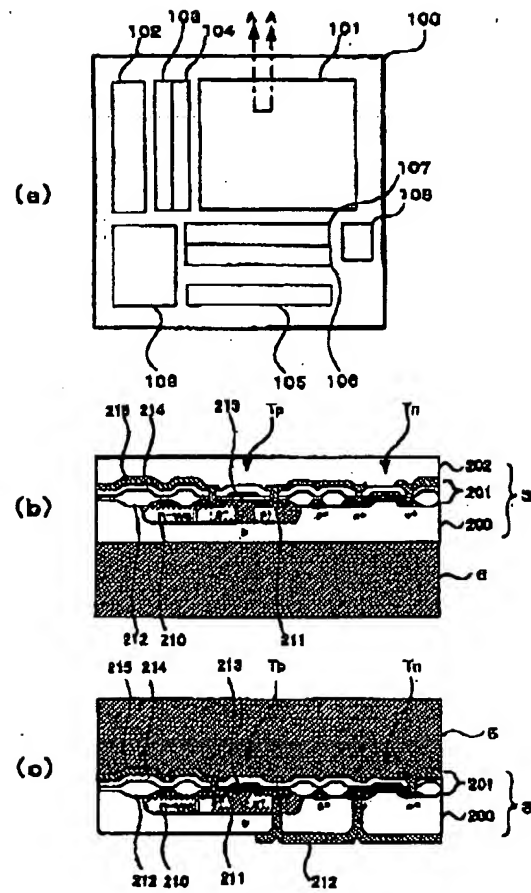
【圖 7】



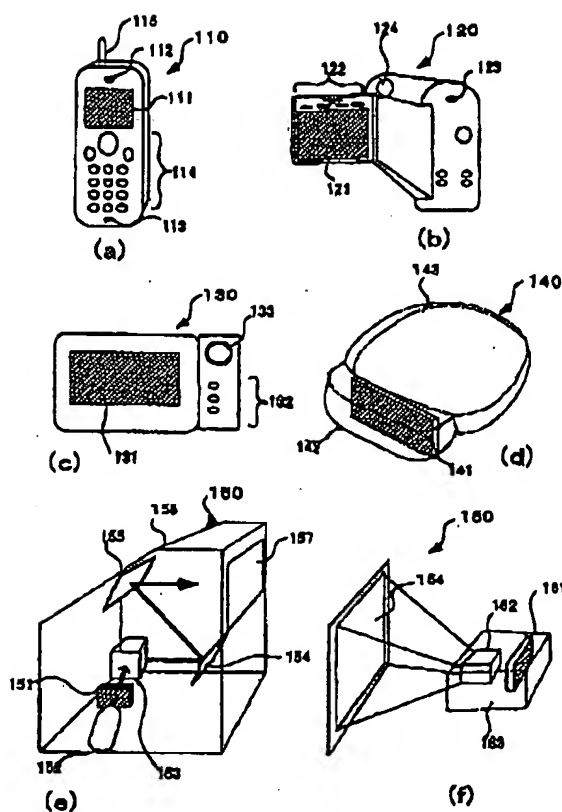
【図 3】



【図 4】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.

H01L 21/8242
21/8244
27/08
27/092
27/108
27/11
29/786

識別記号

331

FI

H01L 29/78
27/10
27/08
21/76

特許コード (参考)

612B
381
671C
321B
D

Fターム(参考) 2H092 JA23 JA25 JB56 KA05 KB24
KB25 KB28 MA05 MA10 MA12
MA18 MA27 NA25 NA27 NA29
PA01
5F032 AA02 CA09 CA14 CA15 CA17
CA21 CA23 DA01 DA02 DA04
DA06 DA07 DA10 DA21 DA41
DA71
5F048 AA07 AB01 AC03 AC04 BA16
BC12 BC18 BG12
5F083 AD02 HA02 ZA04
5F110 AA30 BB02 BB04 BB07 BB20
CC02 DD01 DD02 DD03 DD06
DD07 DD12 DD13 DD14 DD19
DD24 EE03 EE04 EE44 FF02
FF30 FF31 FF32 GG02 GG47
HJ01 HJ04 HJ13 HJ22 HJ23
HL03 HL23 NN02 NN04 NN23
NN35 NN72 QQ16